

42

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 05-175108

(43)Date of publication of application : 13.07.1993

(51)Int.Cl.

H01L 21/027

G03B 27/32

G03F 7/20

G03F 7/20

(21)Application number : 03-344590

(71)Applicant : FUJITSU LTD

(22)Date of filing : 26.12.1991

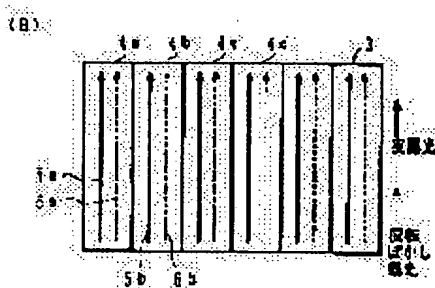
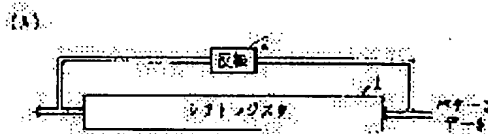
(72)Inventor : YASUDA HIROSHI  
TAKAHASHI YASUSHI  
ABE TOMOHIKO

## (54) METHOD AND APPARATUS FOR EXPOSING WITH CHARGED PARTICLE BEAM

(57)Abstract:

PURPOSE: To correct a proximity effect by providing an actual exposure step of exposing a desired pattern and an inversion exposure step of inverting exposure information to be used for the actual exposure as it is, accumulating it in a shift register and exposing in an intensity weaker than that by the actual exposure.

CONSTITUTION: Pattern data of a pattern to be exposed is supplied to a shift register 1, and sequentially fed from the register 2 to an exposure device for independently controlling a plurality of charged particle beams to expose the pattern. In this case, an output of the register 1 is also supplied to an inverter 2, and fed back to the register 1. After the pattern data is fed from the register 1 to perform an actual exposure for exposing a pattern to be exposed, the inverted pattern data is fed from the register 1, and inversion-exposed. This inversion exposure is executed in an intensity lower than that of the actual exposure in an out-of-focus state. Thus, a proximity effect correction can be efficiently performed.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

11.12.1998

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2000 Japanese Patent Office

(19)日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11)特許出願公開番号

特開平5-175108

(43)公開日 平成5年(1993)7月13日

(51)Int.Cl. <sup>5</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
H 0 1 L 21/027				
G 0 3 B 27/32		F 9017-2K		
G 0 3 F 7/20	5 0 4	7818-2H		
		8831-4M	H 0 1 L 21/ 30	3 4 1 J
		7352-4M		3 0 1 G
審査請求 未請求 請求項の数7(全 16 頁) 最終頁に続く				

(21)出願番号 特願平3-344590

(22)出願日 平成3年(1991)12月26日

(71)出願人 000005223

富士通株式会社

神奈川県川崎市中原区上小田中1015番地

(72)発明者 安田 洋

神奈川県川崎市中原区上小田中1015番地

富士通株式会社内

(72)発明者 高橋 靖

神奈川県川崎市中原区上小田中1015番地

富士通株式会社内

(72)発明者 阿部 智彦

神奈川県川崎市中原区上小田中1015番地

富士通株式会社内

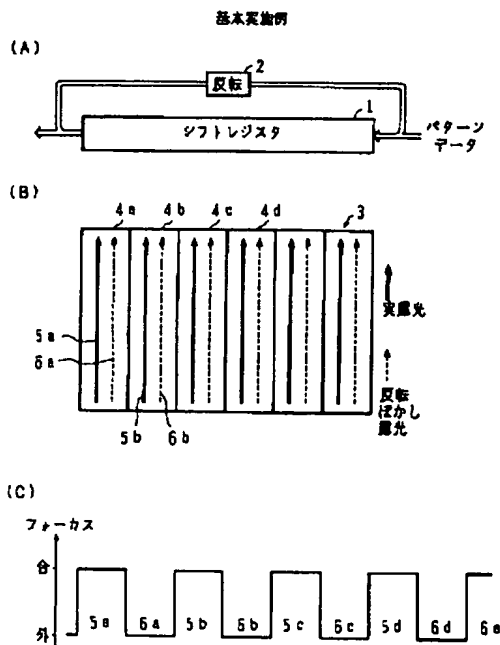
(74)代理人 弁理士 高橋 敬四郎

(54)【発明の名称】 荷電粒子ビーム露光方法および露光装置

(57)【要約】

【目的】 近接効果を補正した荷電粒子ビーム露光方法に関し、ブランキングアパーチャレイ方式のような、複数の荷電粒子ビームを独立にオン/オフ制御して対象面上にパターンを露光する露光技術において、近接効果を補正することのできる技術を提供することを目的とする。

【構成】 露光情報にしたがって、複数の荷電粒子ビームを独立にオン/オフ制御して対象面上に照射して所望パターンの露光を行なう実露光工程と、前記実露光に用いる露光情報をそのまま反転させてシフトレジスタに蓄積し、実露光より強度の弱い露光を行なう反転露光工程とを含む。



3:露光対象領域  
4:単位ストリップ領域

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 露光情報にしたがって、複数の荷電粒子ビームを独立にオン／オフ制御して対象面上に照射して所望パターンの露光を行なう実露光工程（5）と、前記実露光に用いる露光情報をそのまま反転させてシフトレジスタに蓄積し、実露光より強度の弱い露光を行なう反転露光工程（6）とを含む荷電粒子ビーム露光方法。

【請求項2】 各々がオン／オフ制御可能な多数の開口部を有し、所定方向に移動させた時、対象面上の任意の点を複数回荷電粒子ビームで照射できるように前記多数の開口部が配置されたブランキングアパーチャレイを用い、実露光工程においては、露光情報を遅延させることによって異なる時刻に対象物上で同一のパターンを露光する信号を得ると共に、露光情報を反転させた情報を形成し、反転露光工程においては、前記反転させた情報を遅延させることによって異なる時刻に対象物上で同一のパターンを露光する信号を得る請求項1記載の荷電粒子ビーム露光方法。

【請求項3】 前記反転露光において、同一のパターンを露光する回数は、前記実露光において、同一のパターンを露光する回数より少ない請求項2記載の荷電粒子ビーム露光方法。

【請求項4】 前記反転露光において、反転情報を遅延させる速度は前記実露光において露光情報を遅延させる速度より速い請求項2記載の荷電粒子ビーム露光方法。

【請求項5】 前記反転露光は前記実露光時よりも焦点をずらせた状態で行なう請求項1～4のいずれかに記載の荷電粒子ビーム露光方法。

【請求項6】 各々がオン／オフ制御可能な多数の開口部を有し、所定方向に移動させた時、対象面上の任意の点を複数回荷電粒子ビームで照射できるように前記多数の開口部が配置されたブランキングアパーチャレイ（8）と、前記ブランキングアパーチャの1組の開口部へ順次供給すべき露光情報を蓄積し、順次供給するシフトレジスタ（1）と、前記シフトレジスタの出力を反転させる反転回路（2）と、前記反転回路の出力を前記シフトレジスタの入力に帰還する帰還路とを有する荷電粒子ビーム露光装置。

【請求項7】 さらに前記シフトレジスタの出力を受け、複数段の遅延を与えつつ各段の出力を供給する遅延回路と、前記遅延回路の段数を露光条件によって切り換える制御回路とを有する請求項6記載の荷電粒子ビーム露光装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】本発明は荷電粒子ビーム露光方法に関し、特に近接効果を補正した荷電粒子ビーム露光方法に関する。

【0002】近年、産業全般にわたる技術進歩の核技術としての役割が期待されているICは、2～3年で約4倍の高集積化を達成している。たとえば、DRAMでは、1M、4M、16M、64M、256M、1Gとその集積化が進んでいる。

【0003】このような高集積化はひとえに微細加工技術の進歩によっている。光技術は、0.5 $\mu$ mの微細加工が可能になるように進歩が続けている。しかし、光技術の限界は約0.3 $\mu$ m程度にある。また、コンタクトホール窓の窓開けや下層のパターンとの位置合わせ等において、精度を確保することが次第に困難になりつつある。

【0004】電子ビーム露光においては、0.1 $\mu$ m以下の微細加工が、0.05 $\mu$ m以下の位置合わせ精度で実現できる。また、近年、本発明者らによるブロック露光やブランキングアパーチャレイ方式の露光により、1cm<sup>2</sup>/1sec程度のスループットが期待できるようになった。

【0005】すなわち、微細さ、位置合わせ精度、クイックターンアラウンド、信頼性、ソフトの向上による将来性のどれをとっても、電子ビーム露光は他のリソグラフィ技術と比較して卓越した利点がある。

## 【0006】

【従来の技術】電子ビーム露光は、一般にポイントビーム、可変矩形ビーム、ブロックパターンビーム等を用いて行われる。いずれの場合にも、ウエハ上の所望の領域を露光するためには、電子ビームを偏向し、位置決めすることが必要である。

【0007】図5を参照して、ブロック露光の可能な電子ビーム露光装置の説明を行なう。露光装置は、露光部10と制御部50とに大きく分けられる。露光部10は、電子ビームを発生し、スポット状もしくはパターン状に整形し、露光対象物の所望位置に露光する部分である。制御部50は、露光部10を制御する信号を形成する部分である。なお、露光部10の下には露光対象物Wを載置するステージ35がある。

【0008】まず、露光部10について説明する。カソード電極11から発生した電子は、グリッド電極12およびアノード電極13によって引出される。これらの電極11、12、13が荷電粒子ビーム発生源14を構成する。

【0009】荷電粒子ビーム発生源14から発生した電子ビームは、たとえば矩形状開口を有する第1のスリット15によって整形され、電子ビームを集束する第1の電子レンズ16を通過し、透過マスク20上のビーム照射位置を修正偏向するためのスリットデフレクタ17に

入射する。スリットデフレクタ17は、修正偏向信号S1によって制御される。

【0010】電子ビームを所望のパターンに整形するために、矩形開口や所定パターンのブロックパターン開口等の複数の透過孔を有する透過マスク（ステンシルマスク）20を用いる。スリットデフレクタ17を通過した電子ビームは、対向して設けられた第2の電子レンズ18、第3の電子レンズ19、これらの電子レンズ間に水平方向に移動可能に装着された透過マスク20、透過マスク20の上および下に配置され、それぞれ位置情報P1～P4に応じて、電子ビームを偏向し、透過マスク20上の透過孔の1つを選択する第1～第4の偏向器21～24を含む電子ビーム整形部を通して所望パターンに整形される。

【0011】整形された電子ビームは、ブランキング信号SBを印加されるブランキング電極25によって遮断、もしくは通過される。ブランキング電極25を通過した電子ビームは、第4の電子レンズ26、アパーチャ27、リフォーカスコイル28、第5の電子レンズ29によって調整され、フォーカスコイル30に入射する。フォーカスコイル30は、電子ビームを露光対象面上にフォーカスさせる機能を有する。また、スティグコイル31は、非点収差を修正する。

【0012】電子ビームは、さらに第6の電子レンズ32、露光位置決定信号S2、S3に応じて露光対象物W上の位置決めを行なうメインデフレクタ33、および静電偏向器であるサブデフレクタ34によってその位置を制御され、露光対象物W上の所望位置に照射される。

【0013】なお、露光対象物Wは、XY方向に移動可能なステージ35に載置され、移動される。また、露光部10には、さらに第1～第4のアラインメントコイル36、37、38、39が設けられている。

【0014】制御部50は、メモリ51、CPU52を有する。集積回路装置の設計データは、メモリ51に記憶され、CPU52によって読み出され、処理される。CPU52は、その他荷電粒子ビーム露光装置全体を制御する。

【0015】インターフェイス53は、CPU52によって取り込まれた描画情報、たとえばパターンを描画すべきウエハW上の描画位置情報、および透過マスク20のマスク情報等の各種情報等を転送する。データメモリ54は、インターフェイス53から転送された描画パターン情報およびマスク情報を記憶保持する。

【0016】パターン制御コントローラ55は、データメモリ54から描画パターン情報およびマスク情報を受け、それらに従って透過マスクの透過孔の1つを指定し、その指定透過孔の透過マスク上での位置を示す位置信号P1～P4を発生すると共に、描画すべきパターン形状と指定透過孔形状との形状差に応じた補正值Hを演算する処理を含む各種処理を行なう指定手段、保持手

段、演算手段および出力手段を有する。

【0017】デジタル・アナログ変換器機能および増幅器機能を有するアンプ部56は、補正值Hを受け、修正偏向信号S1を生成する。マスク移動機構57は、パターン制御コントローラ55からの信号に従い、必要に応じて透過マスク20を移動させる。

【0018】ブランキング制御回路58は、パターン制御コントローラ55からの信号に応じて、デジタル・アナログ変換器機能、および増幅器機能を有するアンプ部59を制御し、ブランキング信号SBを発生させる。

【0019】シーケンスコントローラ60は、インターフェイス53から描画位置情報を受け、描画処理シーケンスを制御する。ステージ移動機構61は、シーケンスコントローラ60からの信号に応じて、必要に応じてステージ35を移動させる。

【0020】このステージ35の移動は、レーザ干渉計62によって検出され、偏向制御回路63に供給される。偏向制御回路63は、ウエハW上の露光位置を演算し、露光位置決定信号S2、S3を発生するアンプ部64、65に信号を供給すると共に、シーケンスコントローラ60にも信号を供給する。なお、アンプ部64、65は、それぞれデジタル・アナログ変換器機能、および増幅器機能を有する。

【0021】通常の電子ビーム露光においては、電磁偏向器であるメインデフレクタ33によって2～10mm□の偏向フィールドをビーム偏向し、静電偏向器であるサブデフレクタ34によって、100μm□程度のサブフィールドを偏向する。

【0022】パターンデータは、CPU52によってメモリ51から読み出され、データメモリ54に転送され、ここに蓄積される。データメモリ54から読み出されたパターンデータによって、パターン制御コントローラ55はパターンを各ショットごとに分解する。

【0023】各ショットに分解されたパターンデータは、メインデフレクタ33用のデータ、サブデフレクタ34用のデータ、スリットデフレクタ17用のデータ、ブランキング信号SB等に分離され、電子ビームを偏向制御する。

【0024】ところで、半導体ウエハ等の対象物上に形成されたレジスト層に荷電粒子が注入され、レジストが露光される。レジストに入射した荷電粒子は、進行しつつ多重散乱を受ける。

【0025】シリコン基板上にレジスト層を形成し、荷電粒子ビーム露光を行なう場合、レジスト層に入射した荷電粒子はレジスト層内で進行しつつ前方散乱を受け、レジスト層からシリコン基板内にまで進行する。多重散乱によって基板から戻り、レジスト層に再入射した荷電粒子は、さらにレジスト層内で散乱を受け、後方散乱を形成する。

【0026】このような前方散乱と後方散乱により、所

望の露光パターンの周囲に散乱による付随パターンが形成される。露光すべきパターンが密集していると、各パターンからの散乱による付随パターンが重なり合い、露光強度が現像の閾値を越えてしまう。

【0027】この結果、所望のパターンサイズよりも大きなパターンが描画されるという現象が起こる。この現象は、パターンが密集している場合により顕著に表れるので近接効果と呼ばれる。

【0028】図6は、近接効果を説明する図である。図6(A)は、シリコン基板71の上にPMMAで形成されたレジスト層72を配置し、上方より電子を照射したときの電子の飛跡を示すグラフである。図6(A)の左側の図は、10kVの加速エネルギーで電子を照射した場合の飛跡を示し、図6(A)の右側の図は加速エネルギーを20kVにした場合の電子の飛跡を示す。

【0029】それぞれ電子100個の飛跡をモンテカルロ法によるシミュレーションによって求めたものである。グラフの横軸はレジスト層2の電子照射位置からの距離をミクロンで表し、縦軸はレジスト層2表面からの深さをミクロンで示す。

【0030】図から明らかなように、レジスト層2に照射された電子は、前方散乱および後方散乱によって加速エネルギーが10kVの場合、約2 $\mu$ mの範囲に広がり、加速エネルギーが20kVの場合には約4 $\mu$ m以上にまで広がっている。実際観察される近接効果は、3~5 $\mu$ m程度の幅を持つ。

【0031】図6(B)は、このような電子ビーム露光によって生じる露光強度の分布を概略的に示すグラフである。露光パターンP1、P2、P3の部分において、露光強度が高く、さらにその周辺に前方散乱、後方散乱によるテール部分、T1、T2、T3が形成されている。テール部分Tの強度は、パターンの面積に依存し、パターンが広がれば高く、パターンが狭ければ低い。

【0032】荷電粒子ビームの加速エネルギーが一定であれば、散乱によるテールパターンTの広がりはほぼ一定である。各パターンPから周辺に広がるテールTは、パターンからの距離が大きくなるにしたがってその強度が低くなる。

【0033】ところで、図に示すパターンP1とP2の間のテール部分T1とT2は互いに重なっており、レジストに与える影響はその和となる。したがって、パターンが密集している部分においては、各部分からのテール部分が重なり、現像閾値を越えてしまうこともある。

【0034】図6(C)は、前方散乱、後方散乱によるテール部分の重なりによって生じる近接効果を概略的に説明する図である。図6(C)左側に示すように、平行な矩形型のパターンP5とP6を露光する場合、所望のパターンに合わせて設計パターンを作成し、設計パターンにしたがって荷電粒子ビーム露光を行なうと、露光後のパターンは右側に示すパターンP5a、P6aのように

になってしまう。

【0035】すなわち、パターンP5、P6の間隙の中央部においては、パターン各部分からのテール部分の重なりが強く、パターン幅が設計値よりも広がってしまう。このように、近接効果が生じると所望形状のパターンが得られなくなってしまう。

【0036】近接効果を予め補正して設計どおりの形状のパターンを得るための手法を近接効果補正という。図7は、従来の技術による近接効果の補正方法を説明するための図である。

【0037】図7(A)は、近接効果の補正が行なわれず、図形間で近接効果が生じてしまう場合を概略的に示す。矩形パターンP5とP6を露光しようとした場合、図7(A)右側に示すように中央部でパターンが広がり、広がったパターンP5aとP6aとが中央部P7において接続してしまっている。このような近接効果を補正するための方法を以下に説明する。

【0038】図7(B)は、荷電粒子ビームの照射強度を変更することにより、近接効果を補正する方法を示す。パターンP5とP6を露光する場合、パターン内の全面積を同一強度で露光すると、図7(A)に示すように近接効果が発生してしまう。

【0039】そこで、他のパターンに近接している部分においては荷電粒子ビームの照射強度を低減することにより、近接効果を補正する。たとえば、図に示すようにパターンP5およびP6の対向辺の中央部にサンプル点Xをとり、これらのサンプル点において周囲のパターンが及ぼす散乱を含めた荷電粒子ビーム照射量を算出し、所望の照射量になるように近接部P8およびP9の照射量を調整する。

【0040】近接部P8およびP9の荷電粒子ビーム照射量を低減することにより、パターン間の領域P7における荷電粒子ビーム散乱量が低減し、近接効果を補正することができる。

【0041】図7(C)は、他の近接効果補正方法である図形削除法を説明するための図である。パターンP5およびP6を設計通り露光すると、各パターンが設計値以上に大きくなり、図7(A)に示すような近接効果が生じてしまう。そこで、予めパターンを設計値以下に減少し、露光後のパターンが散乱を含めて所望の値になるように調整する。

【0042】たとえば、パターンP5およびP6の対向辺の中央部にサンプル点Xをとり、これらの点における散乱を含めた荷電粒子ビーム照射量を算出し、所望のパターンサイズになるように対向辺の近接領域P10およびP11を贊助する。この結果、近接効果で太くなったパターンが所望の幅のパターンP5およびP6を形成するようになる。

【0043】しかし、図形削除法、照射強度変更法共に存在する全てのパターン毎に補正を行なうので、補正処

理に要する時間がパターンの増大につれて急速に増大する。また、両補正方法共、パターン毎に代表点を設定し、それらの点における露光強度値を基に補正を行なうため、代表点の数が少ないと間接効果によるパターンの歪みが補正しきれない。代表点の数を増やすと、処理時間の増大を招く。

【0044】さらに、マスク上に作成した複雑な繰り返しパターンを一括転写するブロック露光法については、パターン毎に補正を行なう図形削除方法や照射強度変更方法は實際上、実施するのに極めて困難である。

【0045】図7(D)は、他の近接効果補正方法であるゴースト露光法を示す。ゴースト露光法は、露光パターンを形成するための主パターンと、主パターンの白黒反転パターンである補助露光パターンを用いる。補助露光は通常主パターンを露光する実露光の30~50%程度の強度で行なう。

【0046】主パターンを所望の露光強度で露光した後、主パターンの露光により付随的に形成される散乱パターンの強度に対応した強度で補助露光パターンの露光を行なう。このような重ね露光を行なえば、主パターン以外について全面でほぼ均一な露光が行なわれ、現像レベルを調整することにより、主パターンのみを現像することが可能になる。

【0047】本発明者らは、多数の開口をそれぞれ独立に制御しつつ露光を行なうブランキングアパーチャレイ露光方式を提案した。図8に、ブランキングアパーチャレイを概略的に示す。図8(A)は、ブランキングアパーチャレイの概略平面図を示す。遮光性基板80内に多数の開口81が形成されている。

【0048】たとえば、図中最上段に示す行LA1には、開口81が64個並べられ、次の行LB1には千鳥状にずれた位置に64個の開口81が並べられている。また、2列の開口列LA1とLB1を合わせて1組とした時、図中縦方向には8組の開口列が配置されている。

【0049】なお、マスク上のパターンは試料面上において1/500に縮小される。マスク上においては、各開口81は、 $25\mu\text{m}$ □の大きさを有し、横方向に $50\mu\text{m}$ ピッチで並べられ、縦方向ピッチは $100\mu\text{m}$ に設定されている。ただし、縦方向に関しては $100\mu\text{m}$ ピッチの中間に千鳥状にずれた他の1行の開口列が配置される。

【0050】ブランキングアパーチャレイ全体としては、図中横方向に約 $3200\mu\text{m}$ 、図中縦方向に約 $800\mu\text{m}$ の寸法となる。なお、 $25\mu\text{m}$ □の開口は、対象物上では $0.05\mu\text{m}$ □の大きさとなる。

【0051】このようなブランキングアパーチャレイを図中縦方向に移動させつつ、開口81を通して荷電粒子ビームを照射すれば、1組の開口列LA1、LB1によって対象物上の全面積を露光できる。8組の開口列によれば全面を8重に多重露光することができる。

【0052】各開口81には、対向する2辺に沿って電極82a、82bが形成されており、これらの電極82a、82bに印加する電圧によって開口81を通過する電子ビームを対象物外の領域に偏向させることができる。

【0053】すなわち、電極82a、82bは開口81を通過する電子ビームに対してシャッタの役目を果たすことができる。開口81およびその両側辺に形成された電極82a、82bによって1つのブランキングアパーチャBAが形成される。

【0054】上述の構成においては、 $128\times 8$ 個のブランキングアパーチャBAが形成される。縦方向に見ると、8個のブランキングアパーチャBAが同一横位置に配置されるため、対象物上の同一位置を8重に露光することができる。

【0055】図8(B)は、図8(A)に示すようなブランキングアパーチャアレイを用いて試料面上に露光を行なう場合の露光方式を説明するグラフである。図8

(B)において、横軸は時間をnsecで示し、縦軸は試料面上の距離を $\mu\text{m}$ で示す。

【0056】ブランキングアパーチャアレイに対して、試料は $0.5\mu\text{m}/50\text{nsec}$ で等速度に移動しているものとする。LA1で示した曲線は、図8(A)に示す列LA1に属する1つのブランキングアパーチャBAの露光対象を示す。

【0057】5nsecまでの時間に、試料面上の基準位置から $0.05\mu\text{m}$ までの位置を露光し、5nsecから10nsecまでの時間に、試料面上の $0.05\mu\text{m}$ から $0.1\mu\text{m}$ の間の領域を露光する。

【0058】このようにして、5nsec毎に順次ブランキングアパーチャの下に露出される領域を露光することにより、試料面上に1列の露光ストライプを形成することができる。

【0059】ところで、図8(A)において、試料が上方から下方に移動しているとした場合、試料面上の同一縦位置が、10nsec後には千鳥状にずれた他のブランキングアパーチャの下に現れる。

【0060】たとえば、1列のブランキングアパーチャ列LA1で露光できる面積は、 $0.05\mu\text{m}$ 幅ピッチ $0.1\mu\text{m}$ の領域であり、露光後形成されるのは等ピッチのラインアンドスペースである。

【0061】全面塗りつぶしを行なうためには、ブランキングアパーチャ列LA1と相補的に配置された次段のブランキングアパーチャ列LB1で露光する必要がある。この2段目のブランキングアパーチャ列LB1の下に現れる領域を破線LB1で示した。

【0062】20nsec後には、時刻0で第1列目のブランキングアパーチャ列LA1下に露出された領域が第3列目のブランキングアパーチャ列LA2下に露出される。同様に、40nsec、60nsec、…にも、

同一位置が引き続く位置に配置されたブランキングアパーチャBA下に出露される。それぞれの時点において露光を行なうことにより、同一位置が多重露光される。

【0063】このような多重露光によれば、同一対象領域の露光が、たとえば8段に分割される。電流のオン/オフの単位が小さくなり、全体としても電子ビームが徐々に増大し、徐々に減少することになる。すなわち、露光電流の急激な変化が防止され、クーロン相互作用を補償するためのリフォーカスが容易になる。

【0064】図9は、ブランキングアパーチャアレイによる露光を説明するための概略図である。なお、簡単のため、対象とするパターンが1回露光のみによって露光される場合を説明する。多重露光の場合には、同様の露光を繰り返せばよい。

【0065】図9(A)に示すように、ブランキングアパーチャBA1~BA5が2列に亘って千鳥状に配置されているとする。露光すべきパターンは図9(B)に示すような図形であるとする。すなわち、対象物の上に図9(B)に示すような領域を露光することを考える。ここで、対象物は図9(A)に示すブランキングアパーチャの上方から下方に向かって移動するとする。

【0066】まず、図9(C)に示すように、ブランキングアパーチャBA1とBA2の下に露光すべき領域の下端が到達する。ここで、ブランキングアパーチャBA1とBA2をオンとし、対応する領域を露光する。

【0067】次のタイミングにおいては、図9(D)に示すように、上段の3つのブランキングアパーチャBA1、BA2、BA3の下に露光すべき領域が現れる。そこでこれらの領域を露光する。

【0068】次のタイミングにおいては、図9(E)に示すように上段のブランキングアパーチャBA1、BA2の下に露光すべき領域が現れる。そこで、これらの領域を露光する。

【0069】なお、この時、ブランキングアパーチャBA1、BA2に隣接する領域に露光すべき領域が配置されるが、これらに対応する領域にはブランキングアパーチャが存在しないため、露光は行なわれない。

【0070】このようにして、ブランキングアパーチャBAの下を対象となる試料が下方に順次移動するのにしたが、ブランキングアパーチャ下に露出される領域が選択的に露光される。

【0071】図9(F)で3つの領域が露光された後、図9(G)に進むと図9(E)で露光されなかった2つの領域がブランキングアパーチャBA4、BA5の下に配置される。そこでこの段階において、これらの領域はブランキングアパーチャBA4、BA5によって露光される。

【0072】すなわち、5列のパターンのうち1、3、5列は図9(A)の上段に示すブランキングアパーチャBA1、BA2、BA3を用いて露光され、第2列、第

4列に対応する領域は、タイミングをずらしてブランキングアパーチャBA4、BA5によって露光される。

【0073】このようにして、図9(H)、(I)、(J)と順次対象物が移動するにつれ、露光できる領域が露光され、図9(B)に示すパターンが形成される。このように、ブランキングアパーチャアレイによれば、任意の図形を露光することができる。

【0074】なお、ブランキングアパーチャアレイはブロック露光と対立するものではなく、両立するものである。すなわち、ステンシルマスク上にブロックパターンとブランキングアパーチャアレイとを共に設け、出現頻度の多いパターンはブロック露光によって露光し、出現頻度の少ないパターンはブランキングアパーチャアレイによって露光すればよい。

【0075】

【発明が解決しようとする課題】以上説明したように、ブランキングアパーチャアレイによれば、試料上の所定領域に荷電粒子ビームを照射しつつ、ブランキングアパーチャ各々を制御することにより、任意のパターンを露光することができる。

【0076】しかしながら、荷電粒子ビーム露光においては、近接効果を補正するための補助露光が必要である。ところで、ブランキングアパーチャアレイを用い、補助露光を実行する方式は未だ確立していない。

【0077】本発明の目的は、ブランキングアパーチャアレイ方式のような、複数の荷電粒子ビームを独立にオン/オフ制御して対象面上にパターンを露光する露光技術において、近接効果を補正することのできる技術を提供することである。

【0078】

【課題を解決するための手段】本発明の荷電粒子ビーム露光方法は、露光情報にしたがって、複数の荷電粒子ビームを独立にオン/オフ制御して対象面上に照射して所望パターンの露光を行なう実露光工程と、前記実露光に用いる露光情報をそのまま反転させてシフトレジスタに蓄積し、実露光より強度の弱い露光を行なう反転露光工程とを含む。

【0079】

【作用】複数の荷電粒子ビームを独立にオン/オフ制御して対象面上に所望のパターンを露光する際に用いる露光情報を、そのまま反転させることにより、反転パターンの情報が得られる。

【0080】この反転パターン情報をシフトレジスタに蓄積し、所望パターンを露光するための実露光よりも強度の弱い反転露光を行なえば、近接効果を補正するための補助露光を行なうことができる。

【0081】

【実施例】図1に、本発明の基本実施例による荷電粒子ビーム露光方法を示す。図1(A)に示すように、露光すべきパターンのパターンデータがシフトレジスタ1に

供給され、順次シフトレジスタ1から複数の荷電粒子ビームをそれぞれ独立に制御してパターンを露光する露光装置に送り出される。この際、シフトレジスタ1の出力が反転回路2にも供給され、反転回路2で反転されたパターンデータがシフトレジスタ1に帰還される。

【0082】パターンデータがシフトレジスタ1から送り出されて目的とするパターンを露光する実露光が行なわれた後、反転パターンデータがシフトレジスタ1から送り出され、反転露光が行なわれる。

【0083】対象物上における露光は、図1(B)に示すように実行される。対象物上の露光対象領域3は、複数の単位ストリップ領域4a、4b、4c、…に区画され、各単位ストリップ領域を露光するためのパターンデータが、図1(A)に示すシフトレジスタ1から供給される。このパターンデータにしたがって、単位ストリップ領域4aを露光する実露光が実線で示す矢印5aのように実行される。

【0084】続いて、反転回路2で反転された反転パターンデータがシフトレジスタ1から露光装置に供給され、単位領域4aの補助露光が破線で示す矢印6aに示すように実行される。なお、反転露光は実露光よりも低い露光強度で、かつ焦点をぼかした状態で実行される。

【0085】図1(C)は、実露光と反転ぼかし露光を行なうときのフォーカスの変化を示すグラフである。荷電粒子ビームの焦点を合わせて実露光5aが実行されると、次に荷電粒子ビームの焦点を外した状態で反転ぼかし露光6aが実行される。続いて、実露光5bが焦点が合わせた状態で実行され、実露光終了と共に焦点が再びぼかされ、反転ぼかし露光6bが実行される。このように、実露光と反転ぼかし露光とが焦点状態を変化させながら実行される。

【0086】図2は、本発明のより具体的な実施例による電子ビーム露光装置の構成を示すブロック図である。電子ビーム露光装置の露光系10は、ブランキングアパーチャレイ8を含み、このブランキングアパーチャレイ8の各ブランキングアパーチャに遅延回路Dを介してパターンデータが供給される。すなわち、ブランキングアパーチャレイの1列の開口には、同一データがタイミングをずらせて供給される。

【0087】パターンデータを高速で遅延回路Dに供給するため、遅延回路Dには2組のシフトレジスタ1A、1Bが接続されている。一方のシフトレジスタを使用している間、他方のシフトレジスタはデータの準備を行なえる。これら2組のシフトレジスタ1A、1Bには、たとえば16組のスクローラS1、S2、…S16が接続され、シフトレジスタ1A、1Bに交互に1組のデータを供給する事ができる。

【0088】各スクローラSは、基本的にはシフトレジスタ1と同様の構成を有する回路である。スクローラSにパターンデータを供給するために、各スクローラにそ

れぞれ4組のパターンデータ展開装置PDとSRAM等のメモリSMとの組み合わせが接続されている。すなわち、パターンデータ展開装置PDとスタティックRAMの組み合わせは全部で $4 \times 16 = 64$ 組設けられている。

【0089】各パターンデータ展開装置PDは、データメモリからパターンデータを受け取り、露光すべき1単位のパターンデータを作成し、SRAMで形成されたメモリSMにパターンデータを蓄積する。4組のメモリSM1～SM4は、交互に対応するスクローラSにパターンデータを供給する。

【0090】シフトレジスタ1A、1Bには、それぞれ反転回路2a、2bが接続され、各シフトレジスタの出力信号を反転し、シフトレジスタ入力に帰還することができる。

【0091】したがって、パターンデータがデータ展開装置PDからスクローラSを介してシフトレジスタ1に供給され、シフトレジスタ1から遅延回路Dに供給されると、自動的にそのパターンデータの反転データが反転回路2によって形成され、シフトレジスタ1に帰還され、パターンデータに続いて反転パターンデータが出力される。

【0092】なお、露光系10は、図5に示したような露光系にブランキングアパーチャレイを設けたもので構成することができる。ブランキングアパーチャレイが図8で示したように、 $128 \times 8$ のブランキングアパーチャを有するものである場合、ブランキングアパーチャレイ8に供給するパターンデータは $128 \times n$ を単位とするものとなる。ここで、nは図1(B)に示す単位ストリップ領域4の長さを規定する数であり、たとえば2000である。

【0093】図3は、このような $128 \times 2000$ のパターンデータを高速に伝達することのできるスクローラの構成例を示す。図3(A)はスクローラの回路構成を示すブロック図である。128個のパターンデータIN0～IN127を並列に受け、直列に2000收容することのできるスクローラは、 $128 \times 2000$ のシフトレジスタsrを図示のように接続したものである。

【0094】すなわち、2000個のシフトレジスタsrの直列接続が並列に128組配置されている。128個の入力信号IN0～IN127を並列に受け、128個の出力信号EX0～EX127を並列に供給することができる。

【0095】図3(B)は、各シフトレジスタsrの構成例を示す回路図である。トランジスタTr1の出力信号は、トランジスタTrAで形成されたゲートを介して2段目のトランジスタTr2のゲート電極に印加される。

【0096】たとえば、トランジスタTr1のゲート電圧がハイであれば、トランジスタTr1の出力はローと



なり、ゲートTr Aが開いた時、この信号を受けたトランジスタTr 2はオフとなり、その出力はハイとなる。このように、2つのトランジスタTr 1、Tr 2によって1段のシフトレジスタが形成される。なお、トランジスタTr 1、Tr 2の出力信号は、それぞれゲートTr A、Tr Bによって出力側に選択的に伝えられる。

【0097】ここで、ブランキングアパーチャレイによる露光を実用速度で行なうための動作例を簡単に説明する。1つの電子ビームの寸法が $0.05\mu\text{m}\square$ であるとして、 $1\text{cm}^2/\text{sec}$ で露光を行なう場合を考える。 $1\text{cm}^2$ の面積の中には、 $0.05\mu\text{m}\square$ のビームが $4\times 10^{10}$ 個含まれることになる。1秒間に $4\times 10^{10}$ の露光を行なうために、ビームの数はたとえば $128\times 8$ 本を用いる。

【0098】試料を載置するステージは、Y方向に約 $50\text{mm}/\text{sec}$ で進行するとし、メインデフレクタにより電子ビームは全体としてX方向に $2\text{mm}/2\text{nsec}$ で移動できるとする。

【0099】サブデフレクタは、Y方向に $100\mu\text{m}$ の移動を $5\mu\text{sec}$ に5回行なう。このとき、走査速度としては $100\mu\text{m}/5\mu\text{sec}$ であり、 $1\mu\text{m}$ 当たりの走査に必要な時間は $50\text{nsec}$ となる。この値は、ビーム1つ当たりの長さである $0.05\mu\text{m}$ に対して $2.5\text{nsec}$ の長さとなり、1ショットを $2.5\text{nsec}$ で処理する必要がある。

【0100】ビームの進行方向にブランキングアパーチャレイが八重に配置された前述の構成の場合、1つの点を露光するのに8ショットが行なわれる。同一位置に対して露光が完了するまでには8ショット、すなわち $20\text{nsec}$ の時間がかかる。したがって、電子ビーム強度に対してリフォーカスをかける場合、リフォーカスに必要な時間は $2.5\text{nsec}$ ではなく、 $20\text{nsec}$ となる。

【0101】露光すべき面積が $0.5\text{cm}^2/\text{sec}$ の場合は、ステージ移動速度を半分にすることができ、サブデフレクタは前述と同一の面積を露光するのに $5\mu\text{sec}$ の2倍の $10\mu\text{sec}$ を使用することができるようになる。この場合、1ショットに必要な時間も2倍の $5\mu\text{sec}$ となる。図2、図3に示した構成によれば、このような高速度の露光を行なうことが可能となる。

【0102】図4は、図2、図3に示したような構成を用いて所望のパターンを露光する実露光と近接効果を補正するためのゴースト（補助）露光を行なう露光方法を概略的に示す。図4（A）は実露光を示し、図4（B）はゴースト露光を示す。

【0103】実露光の場合は、図4（A）に示すように $128$ 個のブランキングアパーチャBAがビーム進行方向に8列並列に配置されたブランキングアパーチャを全て使用して露光を行なう。

【0104】ゴースト露光の場合は、図4（B）に示す

ように8列に配置されたブランキングアパーチャBAの列L1～L8のうち、3列L1、L2、L3のみを用い、残りの5列L4～L8は常にオフ状態とする。露光データは、たとえばブランキングアパーチャBA11、BA21、BA31によって3重に露光される。

【0105】実露光の際には、パターンデータはブランキングアパーチャ、たとえばBA11～BA81によって8重に露光されるのと比較し、ゴースト露光の際にはパターンデータは3重に露光されるため、ゴースト露光の露光強度は実露光の $3/8$ になる。

【0106】反転パターンを所定の弱い強度でビームを若干ぼかして露光することにより、近接効果を補償することが可能となる。なお、実露光を八重露光で行ない、ゴースト露光を三重露光で行なう場合を説明したが、ゴースト露光の実露光に対する比は条件に応じて変化させることができる。

【0107】なお、実露光に対してゴースト露光の強度を減少させる方法は、図4に示した方法の他にも可能である。たとえば、ゴースト露光においても全てのブランキングアパーチャBAを活性化し、その走査速度を実露光よりも速くすることによって実効的な露光強度を減少させることができる。

【0108】たとえば、実露光においては、クロック信号を $50\text{MHz}$ とし、ゴースト露光においてはクロック信号を $100\text{MHz}$ とすれば、ゴースト露光の露光強度は実露光の約 $1/2$ となる。

【0109】また、反転データを作成する際、所定の位置に対してはゴースト露光を全てオフとするようなデータを作成することによってもゴースト露光の強度を減少させることができる。

【0110】たとえば、図4（B）において偶数列のブランキングアパーチャを全てオフとするようにすれば、ゴースト露光の露光強度は $1/2$ となる。このように、ゴースト露光用パターンデータを間引く方法は、1行置きに限らず、3行に1つ、5行に2つのように任意に選択することもできる。

【0111】このように、実露光において用いるパターンデータを反転することにより、反転パターンデータを容易に得ることができる。この反転パターンデータをそのまま用いて実露光に続いて反転ぼかし露光を行なうことにより、近接効果を効率的に補正することができる。

【0112】以上実施例に沿って本発明を説明したが、本発明はこれらに制限されるものではない。たとえば、種々の変更、改良、組み合わせ等が可能なことは当業者に自明であろう。

【0113】

【発明の効果】以上説明したように、本発明によれば、複数の荷電粒子ビームを露光情報にしたがって独立にオン／オフ制御して露光を行なう方式においても、近接効果補正を効率的に行なうことができる。

【0114】パターンを細分化すると共に複数のビームを用いることにより、任意のパターンを高速で露光でき、かつ近接効果補正を行なうことにより、精度の高い露光が行なえる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の基本実施例を示すブロック図、概略平面図、グラフである。

【図2】本発明の実施例による電子ビーム露光装置のブロック図である。

【図3】図2の構成において用いるスクローラの構成を示す概略平面図および回路図である。

【図4】本発明の実施例による露光方法を説明するための概略平面図である。

【図5】電子ビーム露光装置の典型的構成を示すブロック図である。

【図6】近接効果を説明するための概念図である。

【図7】近接効果の補正を説明するための概念図である。

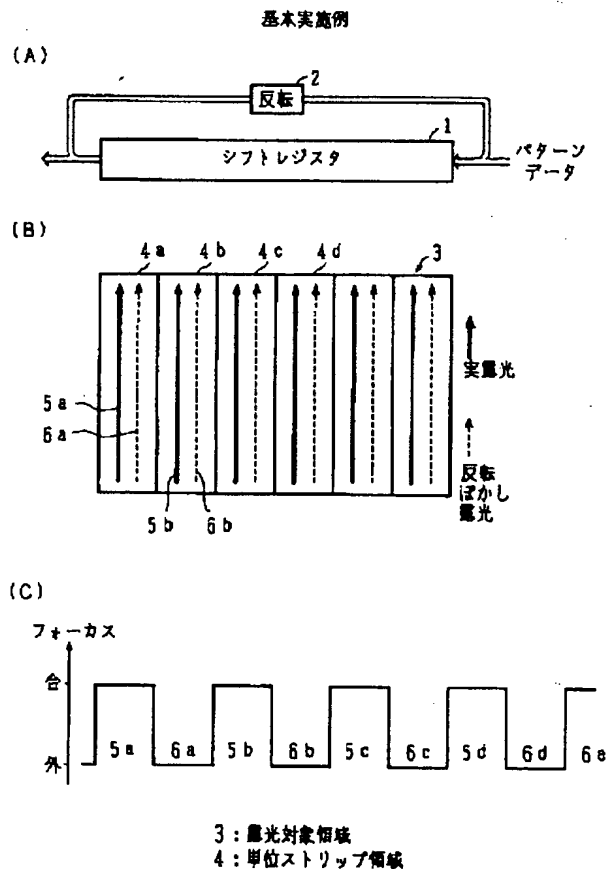
【図8】ブランキングアパーチャレイを説明するための概略平面図およびグラフである。

【図9】ブランキングアパーチャレイによる露光を説明するための概略平面図である。

【符号の説明】

- 1 シフトレジスタ
- 2 反転回路
- 3 露光対象領域
- 4 単位ストリップ領域
- 5 実露光
- 6 反転ぼかし露光
- 8 ブランキングアパーチャレイ
- 10 露光系
- D 遅延回路
- S スクローラ
- SM S、RAM
- PD パターンデータ展開装置
- BA ブランキングアパーチャ

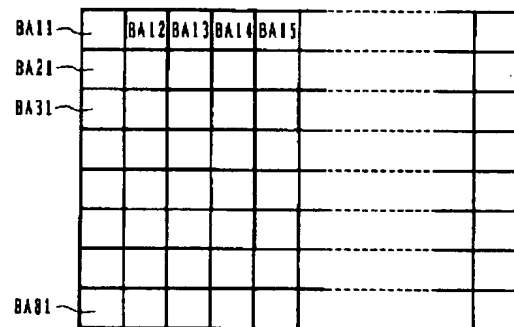
【図1】



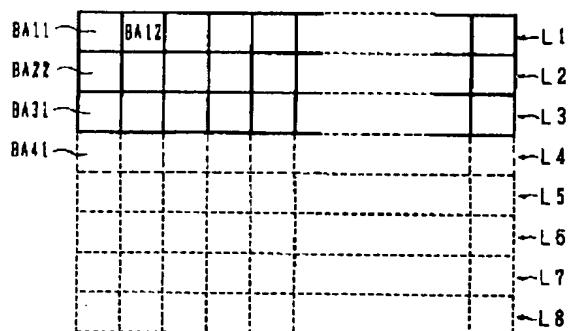
【図4】

露光方法

(A) 実露光

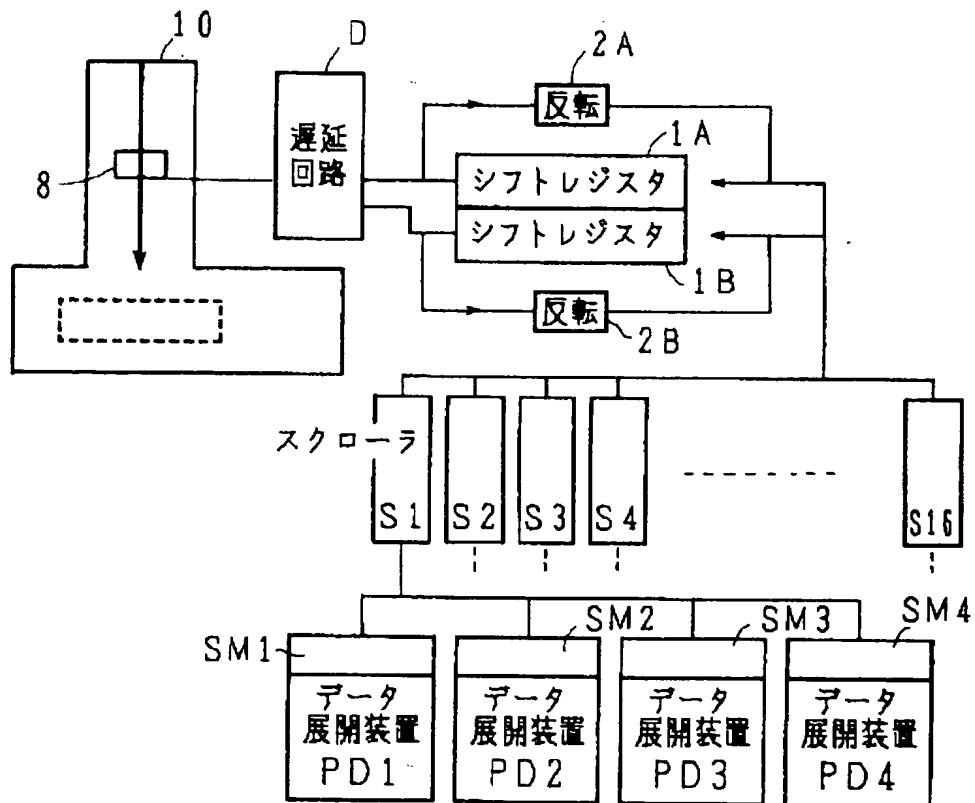


(B) ゴースト露光



【図2】

## 電子ビーム露光装置

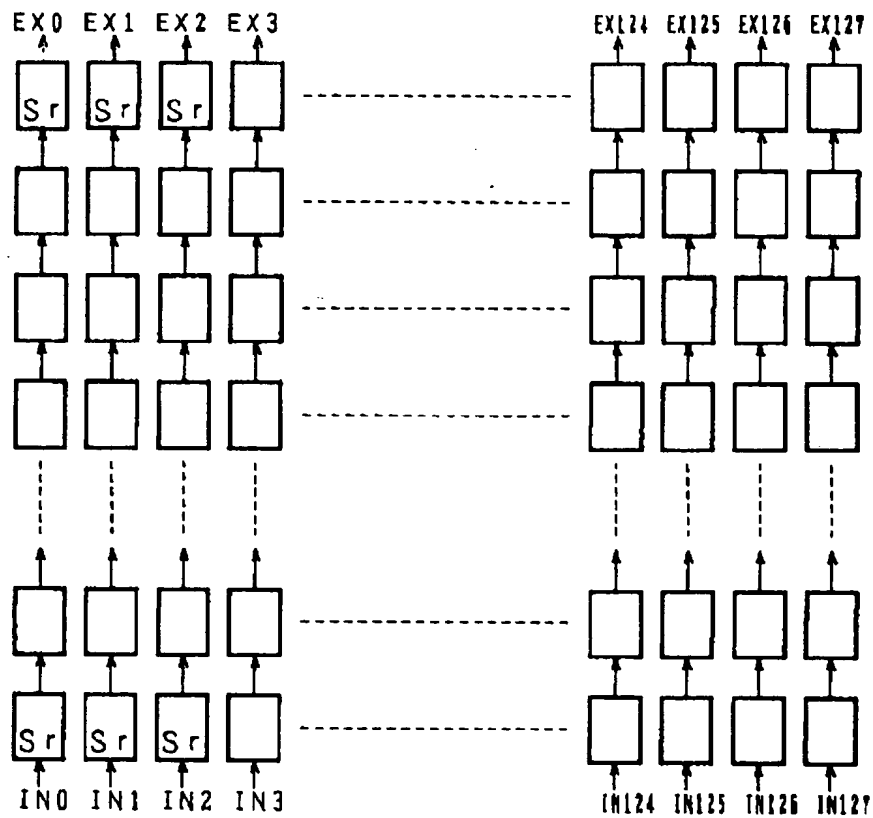


8 : ブランキングアパーチャアレイ  
 10 : 露光系  
 D : 遅延回路  
 S : スクローラ  
 SM : SRAM  
 PD : パターンデータ展開装置

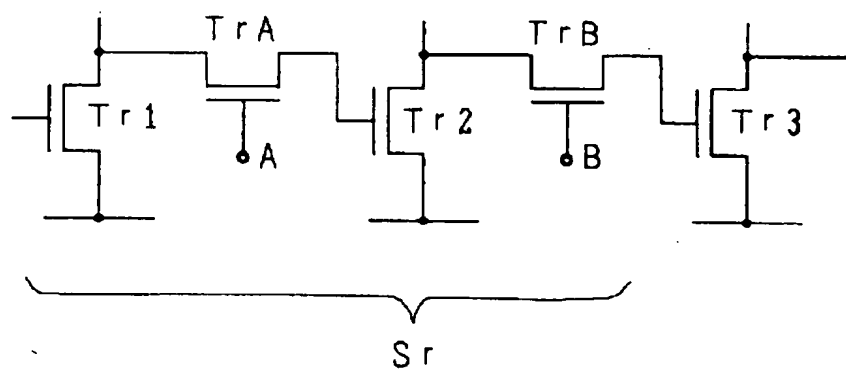
【図3】

## スクローラ

## (A) 構成

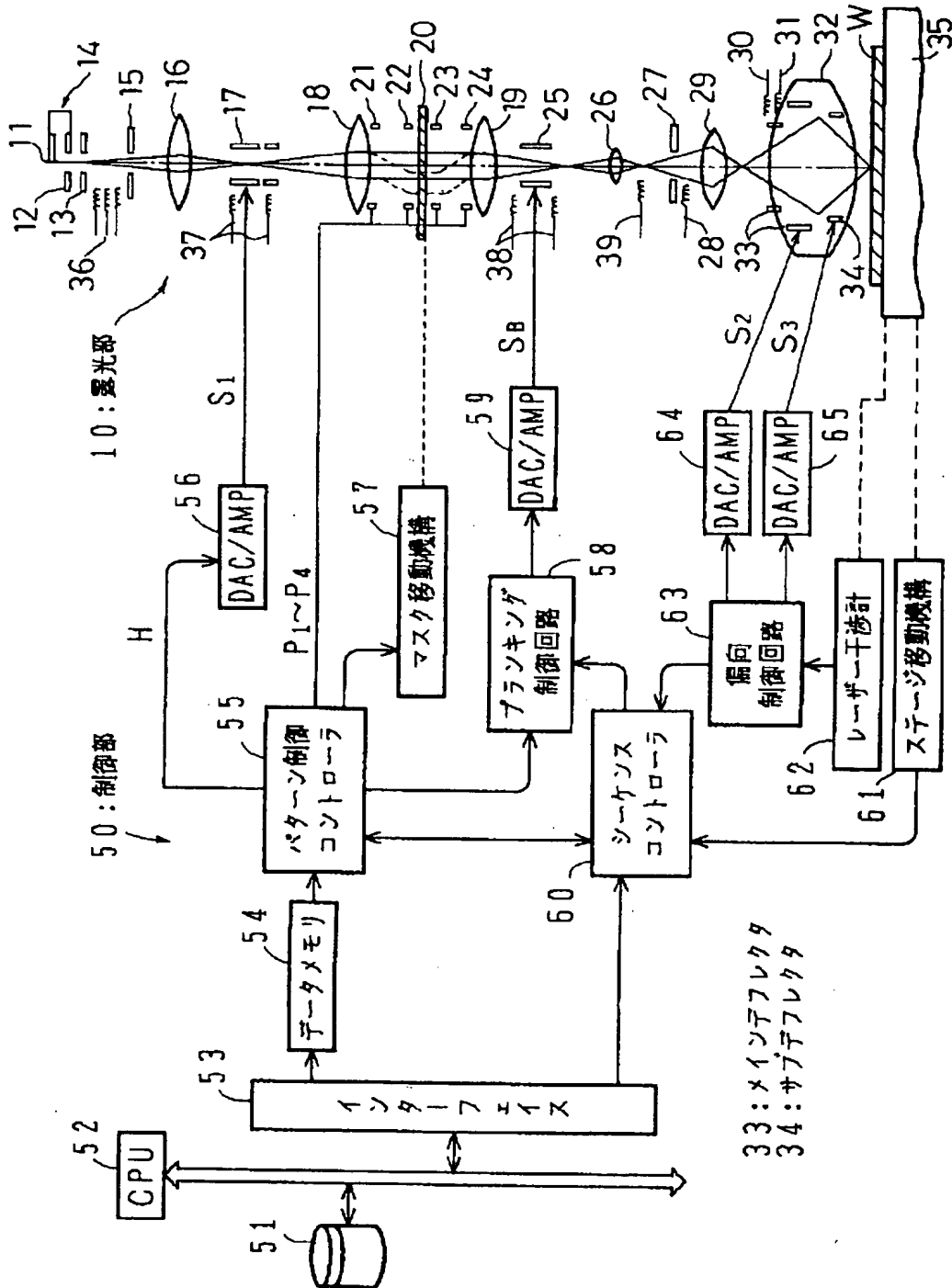


## (B) シフトレジスタ

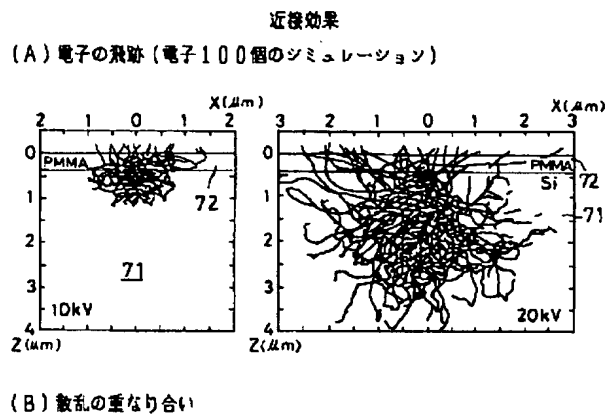


【図5】

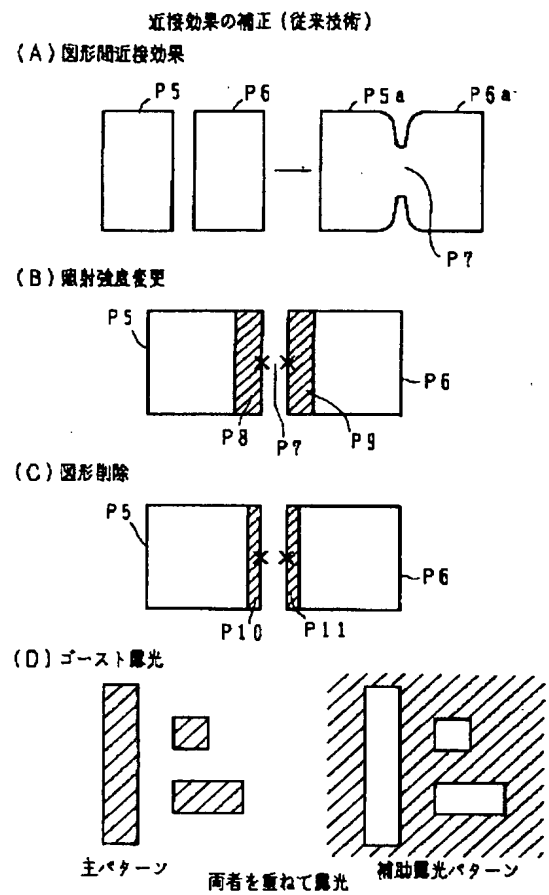
## EB露光装置



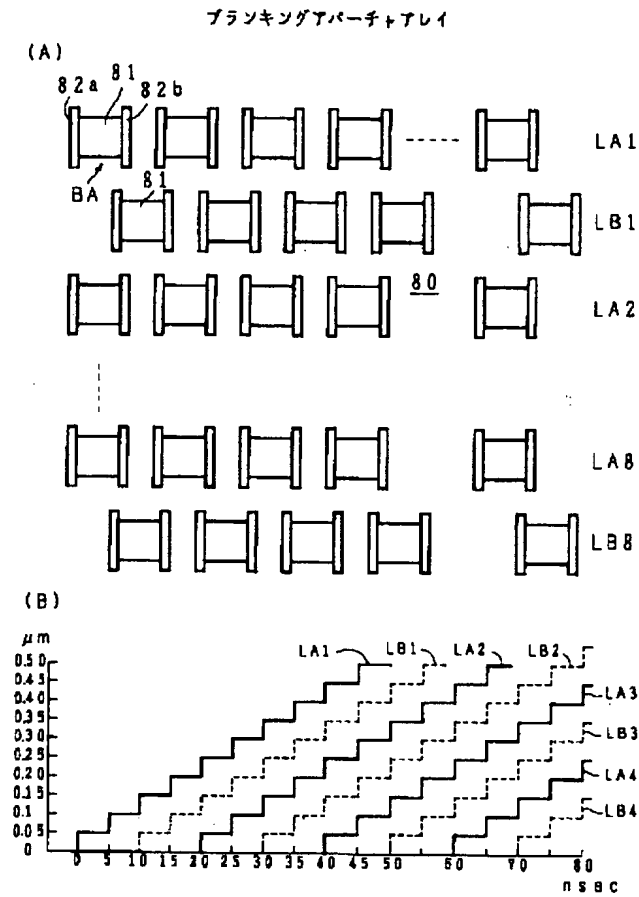
【図6】



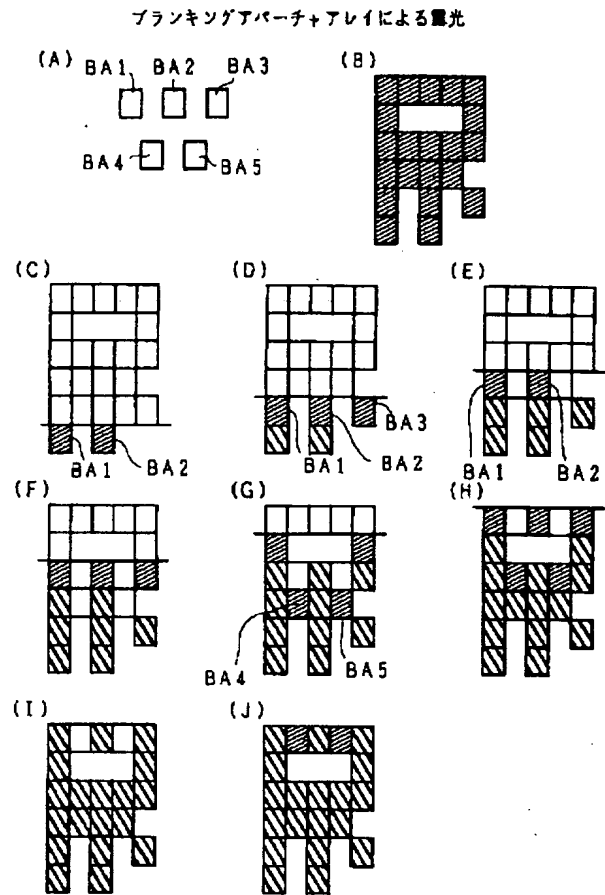
【図7】



【図8】



【図9】



## 【手続補正書】

【提出日】平成4年10月28日

## 【手続補正1】

【補正対象書類名】図面

【補正対象項目名】図5

【補正方法】変更

【補正内容】

【図5】

[illegible]

3 2 1



(16)

特開平5-175108

8831-4M

341 B

## \* NOTICES \*

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

## DETAILED DESCRIPTION

## [Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Industrial Application] Especially this invention relates to the charged particle beam exposure method which amended the proximity effect about the charged particle beam exposure method.

[0002] in recent years, IC it is expected that the role made into the nucleus technology of technical progress covering the industrial whole is has attained about 4 times as many high integration as this in two - three years For example, in DRAM, 1M, 4M, 16M, 64M, 256M, 1G, and integration of those are progressing.

[0003] Such high integration is earnestly based on progress of ultra-fine processing technology. Opto-electronics is continuing progress so that 0.5-micrometer micro processing may become possible. However, the limitation of opto-electronics is in about about 0.3 micrometers. Moreover, in \*\*\*\*\* of a contact hole, alignment with a lower layer pattern, etc., it is becoming difficult gradually to secure precision.

[0004] In electron beam exposure, micro processing 0.1 micrometers or less can be realized in the alignment precision of 0.05 micrometers or less. Moreover, 2 / throughput of about 1 sec can be expected now 1cm in recent years by the block exposure by this invention persons, or exposure of a blanking aperture array method.

[0005] That is, even if it takes any of a detail, alignment precision, a quick turnaround, reliability, and the possibilities by soft improvement, electron beam exposure has the advantage which stood high as compared with other lithography technology.

[0006]

[Description of the Prior Art] Generally electron beam exposure is performed using a point beam, an adjustable rectangle beam, a block pattern beam, etc. In any case, in order to expose the field of the request on a wafer, it is required to deflect and position an electron beam.

[0007] With reference to drawing 5, the possible electron beam machine of block exposure is explained. An aligner is roughly divided into the exposure section 10 and a control section 50. The exposure section 10 is a portion which generates an electron beam, operates orthopedically the shape of a spot, and in the shape of a pattern, and is exposed in the request position of an exposure object. A control section 50 is a portion which forms the signal which controls the exposure section 10. In addition, under the exposure section 10, the stage 35 in which the exposure object W is laid is.

[0008] First, the exposure section 10 is explained. The electron generated from the cathode electrode 11 is pulled out by the grid electrode 12 and the anode electrode 13. These electrodes 11, 12, and 13 constitute the charged particle beam generation source 14.

[0009] It is orthopedically operated by the 1st slit 15 which has rectangle-like opening, the 1st electron lens 16 which converges an electron beam is passed, and the electron beam generated from the charged particle beam generation source 14 carries out incidence of the beam irradiation position on the transparency mask 20 to the slit deflector 17 for carrying out a correction deviation. The slit deflector 17 is controlled by the correction deviation signal S1.

[0010] in order to operate an electron beam orthopedically to a desired pattern -- two or more transparency of rectangle opening, block pattern opening of a predetermined pattern, etc. -- the transparency mask (stencil mask) 20 which has a hole is used. The electron beam which passed the slit deflector 17 is arranged on the transparency mask 20 with which it was equipped horizontally possible [ movement ] between the 2nd electron lens 18 countered and formed, the 3rd electron lens 19, and these electron lenses, and the transparency mask 20, and in the bottom. respectively -- positional information P1-P4 -- responding -- an electron beam -- deviating -- the transparency on the transparency mask 20 -- it is orthopedically operated by the request pattern through the electron beam plastic surgery section containing the 1st which chooses one of the holes - the 4th deflecting system 21-24

[0011] The electron beam operated orthopedically is intercepted or passed by the blanking electrode 25 to which a blanking signal SB is impressed. The electron beam which passed the blanking electrode 25 is adjusted by the 4th electron lens 26, aperture 27, the refocusing coil 28, and the 5th electron lens 29, and carries out incidence to the focal coil 30. The focal coil 30 has the function to which the focus of the electron beam is carried out on the field for exposure. Moreover, the SUTIGU coil 31 corrects astigmatism.

[0012] Further, an electron beam has the position controlled by the 6th electron lens 32, the main deflector 33 which performs positioning on the exposure object W according to the exposure spotting signals S2 and S3, and the sub deflector 34 which is electrostatic deflecting system, and is irradiated with it by the request position on the exposure object W.

[0013] In addition, the exposure object W is laid and moved to the stage 35 movable in the XY direction. Moreover, the 1st - the 4th alignment coil 36, 37, 38, and 39 are further formed in the exposure section 10.

[0014] A control section 50 has memory 51 and CPU52. The design data of an integrated circuit device is memorized by memory 51, and is read and processed by CPU52. In addition to this, CPU52 controls the whole charged particle beam aligner.

[0015] An interface 53 transmits various information, such as the drawing information incorporated by CPU52, for example, the drawing positional information on the wafer W which should draw a pattern, and mask information on the transparency mask 20, etc. Data memory 54 carries out storage maintenance of the drawing pattern information and mask information which were transmitted from the interface 53.

[0016] The pattern control controller 55 receives drawing pattern information and mask information from data memory 54. then -- following -- transparency of a transparency mask -- one of the holes -- specifying -- the specification transparency, while generating the position signals P1-P4 which show the position on the transparency mask of a hole the pattern configuration which should draw, and specification transparency -- a hole -- it has a specification means to perform various processings including the processing which calculates the correction value H according to the configuration difference with a configuration, a maintenance means, an operation means, and an output means

[0017] The amplifier section 56 which has a digital to analog converter function and an amplifier function receives correction value H, and generates the correction deviation signal S1. The mask move mechanism 57 moves the transparency mask 20 if needed according to the signal from the pattern control controller 55.

[0018] The blanking control circuit 58 controls the amplifier section 59 which has a digital to analog converter function and an amplifier function according to the signal from the pattern control controller 55, and generates a blanking signal SB.

[0019] A sequence controller 60 receives drawing positional information from an interface 53, and controls a drawing processing sequence. The stage move mechanism 61 moves a stage 35 if needed according to the signal from a sequence controller 60.

[0020] Movement of this stage 35 is detected by the laser interferometer 62, and is supplied to the deviation control circuit 63. The deviation control circuit 63 calculates the exposure position on Wafer W, and it supplies a signal also to a sequence controller 60 while it supplies a signal to the amplifier sections 64 and 65 which generate the exposure spotting signals S2 and S3. In addition, the amplifier

sections 64 and 65 have a digital to analog converter function and an amplifier function, respectively.

[0021] In the usual electron beam exposure, beam deflection of the deviation field of 2-10mm\*\* is carried out with the main deflector 33 which is a magnetic-deflection machine, and the subfield about 100 micrometer\*\* is deflected with the sub deflector 34 which is electrostatic deflecting system.

[0022] Pattern data are read from memory 51, are transmitted to data memory 54, and are accumulated by CPU52 here. With the pattern data read from data memory 54, the pattern control controller 55 disassembles a pattern for every shot.

[0023] It separates into the data for main deflector 33, the data for sub deflector 34, the data for slit deflector 17, a blanking signal SB, etc., and the pattern data disassembled into each shot carry out deviation control of the electron beam.

[0024] By the way, a charged particle is injected into the resist layer formed on the object of a semiconductor wafer etc., and a resist is exposed. The charged particle which carried out incidence to the resist receives multiple scattering, advancing.

[0025] When forming a resist layer on a silicon substrate and performing charged particle beam exposure, the charged particle which carried out incidence to the resist layer receives forward scattering, advancing within a resist layer, and advances from a resist layer to even in a silicon substrate. The charged particle which returned from the substrate and carried out re-incidence to the resist layer by multiple scattering receives dispersion within a resist layer further, and forms a backscattering.

[0026] The accompanying pattern by dispersion is formed in the circumference of a desired exposure pattern of such forward scattering and a backscattering. If crowded with the patterns which should be exposed, the accompanying patterns by dispersion from each pattern will overlap, and exposure intensity will exceed the threshold of development.

[0027] Consequently, the phenomenon in which a bigger pattern than desired pattern size is drawn happens. Since this phenomenon appears notably by the case of being crowded with patterns, it is called proximity effect.

[0028] Drawing 6 is drawing explaining the proximity effect. Drawing 6 (A) is a graph which shows the track of the electron when having arranged the resist layer 72 formed by PMMA on the silicon substrate 71, and irradiating an electron from the upper part. The chart on the left of drawing 6 (A) shows the track at the time of irradiating an electron with 10kV acceleration energy, and drawing on the right-hand side of drawing 6 (A) shows the track of the electron at the time of setting acceleration energy to 20kV.

[0029] The track of 100 electrons is searched for by the simulation by the Monte Carlo method, respectively. The horizontal axis of a graph expresses the distance from the electron-irradiation position of the resist layer 2 with a micron, and a vertical axis shows the depth from resist layer 2 front face by the micron.

[0030] By forward scattering and the backscattering, the electron irradiated by the resist layer 2 spread in the range which is about 2 micrometers when acceleration energy is 10kV, and when acceleration energy is 20kV, it has spread in about 4 micrometers or more, so that clearly from drawing. The proximity effect actually observed has width of face of about 3-5 micrometers.

[0031] Drawing 6 (B) is a graph which shows roughly the distribution of the exposure intensity produced by such electron beam exposure. In the portion of the exposure patterns P1, P2, and P3, exposure intensity is high and the tail portion by forward scattering and the backscattering, and T1, T2 and T3 are formed further around it. Depending on the area of a pattern, the intensity of the tail portion T is a low, if it is high if a pattern is large, and a pattern is narrow.

[0032] If the acceleration energy of a charged particle beam is fixed, the breadth of the tail pattern T by dispersion is simultaneously regularity. As for the tail T which spreads on the outskirts from each pattern P, the intensity becomes low as the distance from a pattern becomes large.

[0033] By the way, the tail portions T1 and T2 between the patterns P1 and P2 shown in drawing have lapped mutually, and the influence which it has on a resist serves as the sum. Therefore, in the portion which is crowded with patterns, the tail portion from each portion laps and a development threshold may be exceeded.

[0034] Drawing 6 (C) is drawing which explains roughly the proximity effect produced by the lap of

forward scattering and a backscattering \*\*\*\* tail portion. If a design pattern is created according to a desired pattern and charged particle beam exposure is performed according to a design pattern when exposing parallel rectangle type pattern P5 and P6 as shown in the drawing 6 (C) left-hand side, the pattern after exposure will become like pattern P5a shown in right-hand side, and P6a.

[0035] That is, in the center section of pattern P5 and the gap between P6, the lap of the tail portion from pattern each portion will be strong, and pattern width of face will spread rather than a design value.

Thus, if the proximity effect arises, the pattern of a request configuration will no longer be obtained.

[0036] The technique for amending the proximity effect beforehand and obtaining the pattern of the configuration as a design is called proximity effect correction. Drawing 7 is drawing for explaining the amendment method of the proximity effect by the Prior art.

[0037] Amendment of the proximity effect is not performed but drawing 7 (A) shows roughly the case where the proximity effect arises between figures. When it is going to expose rectangle pattern P5 and P6, as shown in the drawing 7 (A) right-hand side, in the center section, the pattern spread and spreading pattern P5a and spreading P6a have connected in a center section P7. The method of an amendment sake is explained for such the proximity effect below.

[0038] Drawing 7 (B) shows the amendment method for the proximity effect by changing the irradiation intensity of a charged particle beam. If the whole surface product in a pattern is exposed by the same intensity when exposing pattern P5 and P6, as shown in drawing 7 (A), the proximity effect will occur.

[0039] Then, the proximity effect is amended by reducing the irradiation intensity of a charged particle beam in the portion close to other patterns. For example, as shown in drawing, the sample point X is taken in the center section of pattern P5 and the opposite side of P6, and a charged particle beam exposure including dispersion which a surrounding pattern does in these sample points is computed, and the exposure of the proximity sections P8 and P9 is adjusted so that it may become a desired exposure.

[0040] the amount [ in / the field P7 between patterns / by reducing the charged particle beam exposure of the contiguity sections P8 and P9 ] of charged particle beam dispersion -- decreasing -- the proximity effect -- an amendment -- things are made

[0041] Drawing 7 (C) is drawing for explaining the figure deleting method which are other proximity-effect-correction methods. If pattern P5 and P6 are exposed as a design, each pattern will become large beyond a design value, and the proximity effect as shown in drawing 7 (A) will arise. Then, beforehand, it decreases below to a design value, and a pattern is adjusted so that the pattern after exposure may become a desired value including dispersion.

[0042] For example, the sample point X is taken in the center section of pattern P5 and the opposite side of P6, a charged particle beam exposure including dispersion in these points is computed, and the contiguity fields P10 and P11 of the opposite side are supported so that it may become desired pattern size. Consequently, the pattern which became thick by the proximity effect comes to form pattern P5 of desired width of face, and P6.

[0043] However, since it amends for every patterns of all with which the figure deleting method and the irradiation on-the-strength changing method exist, the time which amendment processing takes increases quickly along with increase of a pattern. Moreover, since both the amendment method sets up a representation point for every pattern and amends based on the exposure on-the-strength value in those points, if there are few representation points, distortion of the pattern by the indirect effect cannot be amended. If the number of representation points is increased, increase of the processing time will be caused.

[0044] Furthermore, about the block exposing method which carries out the package imprint of the complicated repeat pattern created on the mask, the figure deletion method and the irradiation on-the-strength change method of amending for every pattern are very difficult for carrying out in practice.

[0045] Drawing 7 (D) shows the ghost exposing method which are other proximity-effect-correction methods. The auxiliary exposure pattern which are the main pattern for forming an exposure pattern and a display-in-white pattern of the main pattern is used for the ghost exposing method. Auxiliary exposure is performed by about 30 - 50% of intensity of the real exposure which usually exposes a main pattern.

[0046] After exposing the main pattern by desired exposure intensity, an auxiliary exposure pattern is

exposed by the intensity corresponding to the intensity of the dispersion pattern subordinately formed of exposure of the main pattern. If such heavy exposure is performed, it will become possible by performing exposure almost uniform except the main pattern on the whole surface, and adjusting development level to develop only the main pattern.

[0047] This invention persons proposed the blanking aperture array exposure method exposed controlling much openings independently, respectively. A blanking aperture array is roughly shown in drawing 8. Drawing 8 (A) shows the outline plan of a blanking aperture array. Much openings 81 are formed in the shading nature substrate 80.

[0048] For example, 64 openings 81 are put in order by the line LA 1 shown in the best stage in drawing, and 64 openings 81 are arranged in the position which shifted alternately in the following line LB1. Moreover, when the opening trains LA1 and LB1 of two trains are made into 1 set in all, 8 sets of opening trains are arranged the lengthwise one in drawing.

[0049] In addition, the pattern on a mask is reduced to 1/500 on a sample side. Each opening 81 has the size of 25 micrometer\*\*, and is arranged in on a mask by the longitudinal direction in 50-micrometer pitch, and the lengthwise pitch is set as 100 micrometers. However, other opening trains of one line which shifted in the middle of 100-micrometer pitch alternately about lengthwise are arranged.

[0050] As the whole blanking aperture array, it becomes [ at the longitudinal direction in drawing ] the size of about 800 micrometers about 3200 micrometers and the lengthwise one in drawing. In addition, opening of 25 micrometer\*\* serves as a size of 0.05 micrometer\*\* on an object.

[0051] If a charged particle beam is irradiated through opening 81, moving such a blanking aperture array to the lengthwise one in drawing, the whole surface product on an object can be exposed by 1 set of opening trains LA1 and LB1. According to 8 sets of opening trains, multiplex exposure of the whole surface can be carried out eight-fold.

[0052] Electrodes 82a and 82b are formed in each opening 81 along with two sides which counter, and the field besides an object can be made to deflect the electron beam which passes opening 81 with the voltage impressed to these electrodes 82a and 82b.

[0053] That is, Electrodes 82a and 82b can achieve the duty of a shutter to the electron beam which passes opening 81. One blanking aperture bus available is formed of the electrodes 82a and 82b formed opening 81 and its both-sides side.

[0054] In above-mentioned composition, 128x8 blanking aperture bus available is formed. If it sees to lengthwise, since eight blanking aperture bus available will be arranged in the same horizontal position, the same position on an object can be exposed to eight-fold.

[0055] Drawing 8 (B) is a graph explaining the exposure method in the case of exposing on a sample side using a blanking aperture array as shown in drawing 8 (A). In drawing 8 (B), a horizontal axis shows time by nsec and a vertical axis shows the distance on a sample side by mum.

[0056] To a blanking aperture array, samples shall be 0.5 micrometers / 50ns, and shall move to uniform velocity. The curve shown by LA1 shows the candidate for exposure of one blanking aperture bus available belonging to the train LA 1 shown in drawing 8 (A).

[0057] The position from the criteria position on a sample side to 0.05 micrometers is exposed, and the field between 0.05 micrometers and 0.1 micrometers on a sample side is exposed to the time from 5ns to 10ns at the time by 5ns.

[0058] Thus, the exposure stripe of one train can be formed on a sample side by exposing the field exposed to the bottom of blanking aperture one by one every 5ns.

[0059] By the way, in drawing 8 (A), when the sample is moving caudad from the upper part, it appears under other blanking aperture from which the same length position on a sample side shifted alternately after 10ns.

[0060] For example, the area which can be exposed in the blanking aperture train LA 1 of one train is a 0.05-micrometer width-of-face pitch 0.1micrometer field, and the line and space of a \*\* pitch are formed after exposure.

[0061] In order to perform full coating crushing, it is necessary to expose in the blanking aperture train LA 1 and the blanking aperture train LB1 of the next step arranged complementary. The dashed line

LB1 showed the field which appears under the 2nd step of this blanking aperture train LB1.

[0062] After 20ns, the field exposed to the bottom of the blanking aperture train LA 1 of eye the 1st train at time 0 is exposed to the bottom of the blanking aperture train LA 2 of eye the 3rd train.

Similarly, it is exposed to the bottom of the blanking aperture bus available arranged in the position where the same position also follows -- for 40ns and 60ns. Multiplex exposure of the same position is carried out by exposing at each time.

[0063] According to such multiplex exposure, exposure of the same object domain is divided into eight steps. The unit of ON/OFF of current becomes small, and an electron beam will increase gradually also as the whole and it will decrease gradually. That is, the abrupt change of exposure current is prevented and refocusing for compensating a Coulomb interaction becomes easy.

[0064] Drawing 9 is a schematic diagram for explaining exposure by the blanking aperture array. In addition, the case where eye an easy hatchet and the target pattern are exposed once by only exposure is explained. What is necessary is just to repeat the same exposure in multiplex exposure.

[0065] As shown in drawing 9 (A), suppose that the blanking aperture bus available1-bus available5 is arranged alternately [ two trains ]. The pattern which should be exposed presupposes that it is a figure as shown in drawing 9 (B). That is, it considers exposing a field as shown on an object at drawing 9 (B). Here, an object presupposes that it goes caudad and moves from the upper part of blanking aperture shown in drawing 9 (A).

[0066] First, as shown in drawing 9 (C), the soffit of the field which should be exposed under the blanking aperture bus available1 and bus available2 reaches. Here, blanking aperture bus available1 and bus available2 is set to ON, and a corresponding field is exposed.

[0067] In the following timing, as shown in drawing 9 (D), the field which should be exposed under three blanking aperture bus available1, bus available2, and bus available3 of an upper case appears. Then, these fields are exposed.

[0068] In the following timing, the field which should be exposed under the blanking aperture bus available1 and bus available2 of an upper case as shown in drawing 9 (E) appears. Then, these fields are exposed.

[0069] In addition, although the field which should be exposed to the field which adjoins the blanking aperture bus available1 and bus available2 at this time is arranged, since blanking aperture does not exist in the field corresponding to these, exposure is not performed.

[0070] Thus, according to the target sample moving one by one caudad in the bottom of the blanking aperture bus available, the field exposed to the bottom of blanking aperture is exposed alternatively.

[0071] If it progresses to drawing 9 (G) after three fields are exposed by drawing 9 (F), two fields which were not exposed by drawing 9 (E) will be arranged under the blanking aperture bus available4 and bus available5. Then, these fields are exposed by the blanking aperture bus available4 and bus available5 in this stage.

[0072] That is, five trains are exposed among [ 1 and 3 ] the patterns of five trains using the blanking aperture bus available1, bus available2, and bus available3 shown in the upper case of drawing 9 (A), and the field corresponding to the 2nd train and the 4th train shifts timing, and is exposed by the blanking aperture bus available4 and bus available5.

[0073] Thus, the field which can be exposed is exposed and the pattern shown in drawing 9 (B) is formed as an object moves one by one with drawing 9 (H), (I), and (J). Thus, according to the blanking aperture array, arbitrary figures can be exposed.

[0074] In addition, a blanking aperture array is not opposed to block exposure, and is compatible. Namely, what is necessary is to prepare both a block pattern and a blanking aperture array on a stencil mask, to expose the pattern with much frequency of occurrence by block exposure, and just to expose the pattern with little frequency of occurrence by the blanking aperture array.

[0075]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] Arbitrary patterns can be exposed by controlling the blanking aperture of each, irradiating a charged particle beam to the predetermined field on a sample according to the blanking aperture array, as explained above.

[0076] However, in charged particle beam exposure, an amendment sake needs to be auxiliary exposed in the proximity effect. By the way, the method which performs auxiliary exposure is not yet established using a blanking aperture array.

[0077] the exposure technology which the purpose of this invention carries out ON/OFF control of two or more charged particle beams like a blanking aperture array method independently, and exposes a pattern on an object side -- setting -- the proximity effect -- an amendment -- it is offering the technology which can do things

[0078]

[Means for Solving the Problem] The charged particle beam exposure method of this invention contains the real exposure process which carries out ON/OFF control of two or more charged particle beams independently, irradiates on an object side according to exposure information, and exposes a request pattern, and the reversal exposure process of reversing the exposure information used for the aforementioned real exposure as it is, accumulating to a shift register, and performing strong weak exposure from real exposure.

[0079]

[Function] The information on a reverse pattern is acquired by reversing the exposure information used in case ON/OFF control of two or more charged particle beams is carried out independently and a desired pattern is exposed on an object side as it is.

[0080] This reverse-pattern information is accumulated to a shift register, and if strong weak reversal exposure is performed rather than the real exposure for exposing a request pattern, auxiliary exposure of an amendment sake can be performed for the proximity effect.

[0081]

[Example] The charged particle beam exposure method by the basic example of this invention is shown in drawing 1. As shown in drawing 1 (A), the pattern data of the pattern which should be exposed are supplied to a shift register 1, and are sent out to the aligner which controls two or more charged particle beams independently from a shift register 1 one by one, respectively, and exposes a pattern. Under the present circumstances, the output of a shift register 1 is supplied also to an inverter circuit 2, and the pattern data reversed by the inverter circuit 2 return to a shift register 1.

[0082] After real exposure which pattern data are sent out from a shift register 1, and exposes the target pattern is performed, reverse-pattern data are sent out from a shift register 1, and reversal exposure is performed.

[0083] Exposure on an object is performed as shown in drawing 1 (B). The exposure object domain 3 on an object is divided by two or more unit strip fields 4a, 4b, and 4c and --, and the pattern data for exposing each unit strip field are supplied from the shift register 1 shown in drawing 1 (A). According to this pattern data, real exposure which exposes unit strip field 4a is performed like arrow 5a shown as a solid line.

[0084] Then, the reverse-pattern data reversed by the inverter circuit 2 are supplied to an aligner from a shift register 1, and as shown in arrow 6a which auxiliary exposure of unit field 4a shows with a dashed line, it performs. In addition, reversal exposure is performed, where it is low exposure intensity and a focus is obscured rather than real exposure.

[0085] Drawing 1 (C) is a graph which shows change of the focus when performing real exposure and reversal shading-off exposure. If the focus of a charged particle beam is doubled and real exposure 5a is performed, where the focus of a charged particle beam is removed next, reversal shading-off exposure 6a will be performed. Then, real exposure 5b is performed after the focus has doubled, a focus is again obscured with a real exposure end, and reversal shading-off exposure 6b is performed. Thus, while real exposure and reversal shading-off exposure change a \*\*\*\* state, it performs.

[0086] Drawing 2 is the block diagram showing the composition of the electron beam machine by the more concrete example of this invention. As for the exposure system 10 of an electron beam machine, pattern data are supplied to each blanking aperture of this blanking aperture array 8 through a delay circuit D including the blanking aperture array 8. That is, the same data can shift timing to opening of one train of a blanking aperture array, and are supplied to it.



[0087] In order to supply pattern data to a delay circuit D at high speed, 2 sets of shift registers 1A and 1B are connected to the delay circuit D. While using one shift register, the shift register of another side can prepare data. 16 sets of scrollers S1 and S2 and --S16 are connected to these 2 sets of shift registers 1A and 1B, and 1 set of data can be supplied to shift registers 1A and 1B by turns.

[0088] Each scroller S is a circuit which has the same composition as a shift register 1 fundamentally. In order to supply pattern data to Scroller S, combination with the memory SM, such as 4 sets of pattern data expansion equipments PD and SRAM, is connected to each scroller, respectively. That is,  $4 \times 16 = 64$  sets of combination of pattern data expansion equipment PD and a static RAM is established in all.

[0089] Each pattern data expansion equipment PD receives pattern data from data memory, creates the pattern data of one unit which should be exposed, and accumulates pattern data in the memory SM formed by SRAM. 4 sets of memory SM1-SM4 supplies pattern data to the scroller S corresponding to alternation.

[0090] Inverter circuits 2a and 2b can be connected to shift registers 1A and 1B, respectively, the output signal of each shift register can be reversed, and it can return to a shift register input.

[0091] Therefore, if pattern data are supplied to a shift register 1 through Scroller S from data expansion equipment PD and are supplied to a delay circuit D from a shift register 1, the reversal data of the pattern data will be automatically formed of an inverter circuit 2, it will return to a shift register 1, and reverse-pattern data will be outputted following pattern data.

[0092] In addition, the exposure system 10 is what prepared the blanking aperture array in the exposure system as shown in drawing 5, and can be constituted. As drawing 8 showed, when a blanking aperture array is what has the blanking aperture of  $128 \times 8$ , the pattern data supplied to the blanking aperture array 8 make  $128 \times n$  a unit. Here, n is a number which specifies the length of the unit strip field 4 shown in drawing 1 (B), for example, is 2000.

[0093] Drawing 3 shows the example of composition of the scroller which can transmit such pattern data of  $128 \times 2000$  at high speed. Drawing 3 (A) is the block diagram showing the circuitry of a scroller. The scroller which can receive 128 pattern data IN0-IN127 in parallel, and can hold them 2000 times in series connects the shift register sr of  $128 \times 2000$  like illustration.

[0094] That is, 128 sets of series connections of 2000 shift registers sr are arranged in parallel. 128 input signals IN0-IN127 can be received in parallel, and 128 output signals EX0-EX127 can be supplied in parallel.

[0095] Drawing 3 (B) is the circuit diagram showing the example of composition of each shift register sr. The output signal of a transistor Tr1 is impressed to the gate electrode of the 2nd step of transistor Tr2 through the gate formed with Transistor TrA.

[0096] For example, when the gate voltage of a transistor Tr1 was highness, the output of a transistor Tr1 becomes a low and Gate TrA opens, the transistor Tr2 which received this signal becomes off, and the output serves as highness. Thus, one step of shift register is formed of two transistors Tr1 and Tr2. In addition, the output signal of transistors Tr1 and Tr2 is alternatively told to an output side by Gates TrA and TrB, respectively.

[0097] Here, the example of operation for performing exposure by the blanking aperture array at practical use speed is explained briefly. The case where it exposes by 2/sec 1cm is considered that the size of one electron beam is 0.05micrometer\*\*. 1cm<sup>2</sup> In area,  $4 \times 10^{10}$  beams of 0.05 micrometer\*\* will be contained. In order to expose  $4 \times 10^{10}$  in 1 second, the number of beams uses  $128 \times 8$ .

[0098] The stage in which a sample is laid presupposes that it goes on by about 50 mm/sec in the direction of Y, and suppose that an electron beam is movable in the direction of X in 2mm / 2ns as a whole with a main deflector.

[0099] A sub deflector performs 100-micrometer movement to 5microsec 5 times in the direction of Y. At this time, as a scan speed, it is 100 micrometers / 5microsec, and time required for the scan per micrometer is set to 50ns. This value needs to serve as length for 2.5ns to 0.05 micrometers which is the length per beam, and needs to process one shot in 2.5ns.

[0100] In the above-mentioned composition by which the blanking aperture array has been arranged eight-fold at the travelling direction of a beam, eight shots are performed to expose one point. Before

exposure is completed to the same position, eight shots, i.e., the time for 20ns, will start. Therefore, when applying refocusing to electron beam intensity, time required for refocusing is set to 20ns instead of 2.5ns.

[0101] When the area which should be exposed is 2/sec 0.5cm, stage traverse speed can be made into a half and 10microsec of the double precision of 5microsec can be used for a sub deflector exposing the same area as the above-mentioned. In this case, time required for one shot also serves as 5microsec of double precision. According to the composition shown in drawing 2 and drawing 3, it becomes possible to perform such high-speed exposure.

[0102] Drawing 4 shows roughly the exposure method of performing ghost (assistance) exposure of an amendment sake for the real exposure which exposes a desired pattern using composition as shown in drawing 2 and drawing 3, and the proximity effect. Drawing 4 (A) shows real exposure and drawing 4 (B) shows ghost exposure.

[0103] In real exposure, as shown in drawing 4 (A), it exposes using all the blanking aperture by which 128 blanking aperture bus available has been arranged at 8 train parallel at beam travelling direction.

[0104] Always let the five remaining trains L4-L8 be OFF states only using three trains L1, L2, and L3 among the trains L1-L8 of the blanking aperture bus available arranged at eight trains as shown in drawing 4 (B) in ghost exposure. Exposure data are exposed by the blanking aperture bus available11, bus available21, and bus available31 three-fold.

[0105] In the case of real exposure, since pattern data are exposed by three-fold as compared with pattern data being exposed by blanking aperture, bus available11-bus available81, eight-fold in the case of ghost exposure, the exposure intensity of ghost exposure is set to three eighths of real exposure. [ for example, ]

[0106] By obscuring a reverse pattern a little by weak predetermined intensity, and exposing a beam, it becomes possible to compensate the proximity effect. In addition, although the case where performed real exposure by 8-fold exposure, and ghost exposure was performed by the Mie exposure was explained, the ratio to real exposure of ghost exposure can be changed according to conditions.

[0107] In addition, the method of decreasing the intensity of ghost exposure to real exposure is possible besides the method shown in drawing 4. For example, all the blanking aperture bus available can be activated also in ghost exposure, and efficiency exposure intensity can be decreased by making the scan speed quicker than real exposure.

[0108] For example, in real exposure, a clock signal is set to 50MHz and 100MHz, then the exposure intensity of ghost exposure serve as the abbreviation 1/2 of real exposure in a clock signal in ghost exposure.

[0109] Moreover, in case reversal data are created, the intensity of ghost exposure can be decreased also by creating data which make all ghost exposure off to a position.

[0110] For example, if it is made to make off all blanking aperture of an even number train in drawing 4 (B), the exposure intensity of ghost exposure will be set to one half. Thus, the method of thinning out the pattern data for ghost exposure can also be arbitrarily chosen not only as every other line but as three lines per \*\* like [ five lines / two ].

[0111] Thus, reverse-pattern data can be easily obtained by reversing the pattern data used in real exposure. performing reversal shading-off exposure following real exposure, using this reverse-pattern data as it is -- the proximity effect -- efficient -- an amendment -- things are made

[0112] Although this invention was explained in accordance with the example above, this invention is not restricted to these. for example, various change, improvement, combination, etc. are possible -- this contractor -- obvious -- it will be .

[0113]

[Effect of the Invention] As explained above, according to this invention, also in the method exposed by carrying out ON/OFF control of two or more charged particle beams independently according to exposure information, a proximity effect correction can be performed efficiently.

[0114] While subdividing a pattern, by using two or more beams, high exposure of precision can be performed by being able to expose arbitrary patterns at high speed, and performing a proximity effect

correction.

---

[Translation done.]